

**Heat treatment process used for changing the properties of a metal object comprises irradiating metal object e.g. a steel spring in a predetermined surface section with electromagnetic radiation produced by an emitter**

**Publication number:** DE10108926 (C1)

**Publication date:** 2003-01-02

**Inventor(s):** BAER KAI K O [DE]; GAUS RAINER [DE] +

**Applicant(s):** ADVANCED PHOTONICS TECH AG [DE] +

**Classification:**

- international: C21D1/09; C21D1/34; C21D9/02; C21D9/28; C21D1/09; C21D1/34; C21D9/02; C21D9/28; (IPC1-7): C21D1/09

- European: C21D1/09; C21D1/34

**Application number:** DE20011008926 20010223

**Priority number(s):** DE20011008926 20010223

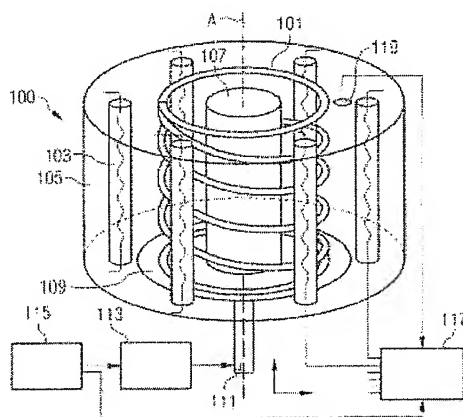
**Cited documents:**

DE3731136 (A1)

WO9110751 (A1)

**Abstract of DE 10108926 (C1)**

Heat treatment comprises irradiating metal object (101) e.g. steel spring in a predetermined surface section with electromagnetic radiation produced by an emitter (103) having a temperature  $\sim 2900$  K in the near infrared (IR) region with an effective wavelength region of  $0.8-1.5 \mu\text{m}$ . The material of the surface layer absorbs predetermined treatment temperature depending on material parameters. An independent claim is also included for a heat treatment device. Preferred Features: Irradiation is carried out for 30 seconds or less depending on the thickness of the surface layer to be treated. The radiation in the near IR region on the surface of the object has a power density of  $400 \text{ kW/m}^2$ .



Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 101 08 926 C 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
C 21 D 1/09

21 Aktenzeichen: 101 08 926.0-24  
22 Anmeldetag: 23. 2. 2001  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 2. 1. 2003

DE 101 08 926 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Advanced Photonics Technologies AG, 83052  
Bruckmühl, DE

74 Vertreter:  
Meissner, Bolte & Partner, 80538 München

72 Erfinder:  
Bär, Kai K.O., Dr.-Ing., 83043 Bad Aibling, DE; Gaus,  
Rainer, Dr.-Ing., 83703 Gmund, DE

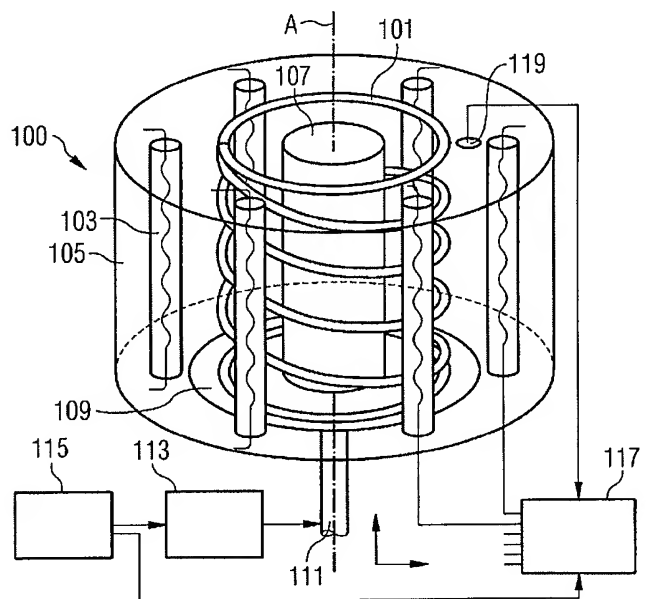
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 37 31 136 A1  
WO 91 10 751 A1

MEYER-KOBBE, Clemens Oberflächenbehandlung  
mit  
Hochleistungslampen. Bekommt der Laser  
konkurrenz?  
In: Tech. Rundsch., 1990, H. 35/90, S. 90-95;  
RUND, Michael, MEYER-KOBBE, Clemens Laser  
oder  
Hochleistungslampe? Wirtschaftliche  
Oberflächenbe-  
handlung. In: Tech. Rundsch., 1992, H. 46, S. 38-  
43;

54 Wärmebehandlungsverfahren und -anordnung für Metallgegenstände

57 Wärmebehandlungsverfahren zur Veränderung der  
physikalischen Eigenschaften eines Metallgegenstandes  
(101; 201), dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenstand  
mindestens in einem vorbestimmten Oberflächenab-  
schnitt (201a) mit elektromagnetischer Strahlung eines  
Ermitters (103; 203) mit einer Strahlertemperatur von  
2900 K oder mehr im Bereich des nahen Infrarot, die ihren  
wesentlichen Wirkanteil im Wellenlängenbereich zwi-  
schen 0,8 µm und 1,5 µm hat, mit hoher Leistungsdichte  
bestrahlt wird derart, daß das Material einer Oberflächen-  
schicht eine in Abhängigkeit von den Materialparametern  
vorbestimmte Behandlungstemperatur annimmt.



DE 101 08 926 C 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Wärmebehandlungsverfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Anordnung zur Wärmebehandlung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 11.

[0002] Verfahren zur thermischen Bearbeitung metallischer Produkte – und hierbei herausragend die unübersehbare Vielfalt von Wärmebehandlungsverfahren für Stähle – haben seit Jahrhunderten erhebliche wirtschaftliche Bedeutung. Mit derartigen Verfahren werden die physikalischen Eigenschaften, insbesondere die Härte und/oder Zähigkeit, der entsprechenden Metalle (speziell Stähle) auf für die Weiterverarbeitung oder den praktischen Einsatz optimale Werte eingestellt. Eine Vielzahl von Einsatzgebieten von Stählen wird überhaupt nur durch Wärmebehandlungsverfahren erschließbar, oder diese eröffnen die entsprechenden Einsatzgebiete jedenfalls für kostengünstigere Materialien.

[0003] Als wesentliche Wärmebehandlungsverfahren für Eisenwerkstoffe, mit denen diesen die für die Verarbeitung oder Verwendung erforderlichen Eigenschaften verliehen werden, werden das Glühen und das Vergüten unterschieden, und daneben stehen – mit etwas geringerer Bedeutung – das Aushärten, das Altern sowie thermomechanische Behandlungen.

[0004] Unter Glühen versteht man die Behandlung eines Werkstückes bei einer bestimmten Temperatur und einer bestimmten Haltedauer und nachfolgendem, der Erzielung der angestrebten Werkstoffeigenschaften angepaßtem Abkühlen. Unter diesen Begriff fallen sehr unterschiedliche Behandlungen, die durch Angabe des angestrebten Zieles spezifiziert werden, so daß man beispielsweise vom Normalglühen, Spannungsarmglühen, Weichglühen, Rekristallisationsglühen etc. spricht. Als innerhalb der Temperatur-Konzentrationsgrenzen eines Gittertyps des entsprechenden Eisenwerkstoffes gegebene Veränderungsmöglichkeiten handelt es sich beim Glühen um den Ausgleich vorhandener Konzentrationsunterschiede im Gefüge, die Veränderung der Fehlstellenhäufigkeit und -anordnung sowie die Neubildung und das Wachstum verformter Mischkristallkörner.

[0005] Unter den Begriff des Vergütens fällt insbesondere das Härten und das Anlassen – wobei es sich ebenfalls um thermische Prozesse mit einem geeignet vorbestimmten Temperatur-Zeit-Verlauf handelt. Anders als beim Glühen, wird jedoch hier vielfach eine relativ schnelle Abkühlung vorgenommen. Ein Härten bzw. Anlassen ist bei modernen metallischen Konstruktionselementen, Werkzeugen o. ä. mit präzise vorbestimmtem räumlichem Eigenschaftsprofil vielfach nur in ausgewählten Bereichen – speziell Oberflächenabschnitten – der entsprechenden Teile erforderlich, da nur dort die durch das Härten bzw. Anlassen einstellbaren physikalischen Werkstoffparameter benötigt werden.

[0006] Zu den wichtigsten Anwendungsbereichen wärmebehandelter Stähle zählen das Bauwesen, der Maschinen- und Anlagenbau und die Automobilindustrie. Die Veredelung von Stählen durch Wärmebehandlung für diese Anwendungsgebiete erfordert in der volkswirtschaftlichen Gesamtbilanz einen sehr hohen Energieaufwand, der auch einen wesentlichen Kostenfaktor für die entsprechenden Produkte darstellt.

[0007] Die Erwärmung der zu behandelnden metallischen Produkte erfolgt normalerweise in brennstoffbeheizten oder mit Widerstandsheizern ausgerüsteten Öfen verschiedenster Bauart oder auch durch direkte induktive Erwärmung des Gegenstandes selbst. Bei den ersteren Verfahren werden nicht nur die zu behandelnden Gegenstände, sondern auch ein großer umgebender Raumbereich und nicht zuletzt der Ofen selbst erwärmt, d. h. gegenüber den zu behandelnden

Produkten weit größere Volumina und Massen. Es liegt auf der Hand, daß diese Verfahren unter dem Blickwinkel der Energieökonomie unvorteilhaft sind.

[0008] Auch die induktive direkte Erwärmung ist keine für sämtliche Anwendungen energieökonomische Lösung, denn mit ihr wird normalerweise auch dann das gesamte Produkt erwärmt, wenn nur ein bestimmter Abschnitt desselben notwendigerweise der jeweiligen Wärmebehandlung zu unterziehen wäre. Auch hierbei wird also vielfach eine unnötig große Materialmasse erwärmt. Zudem sind sowohl die üblichen Wärmebehandlungsöfen als auch induktive Erwärmungsanlagen kostenaufwendig in der Erstellung.

[0009] Aus den Fachveröffentlichungen

(1) Meyer-Kobbe, Clemens: Oberflächenbehandlung mit Hochleistungslampen Bekommt der Laser Konkurrenz? In: Tech. Rundsch., 1990, Heft 35/90, S. 90 bis 95,

(2) Rund, Michael; Meyer-Kobbe, Clemens: Laser oder Hochleistungslampe? Wirtschaftliche Oberflächenbehandlung. In: Tech. Rundsch., 1992, Heft 46, S. 38 bis 43,

sind Wärmebehandlungsverfahren bzw. Anordnungen zur thermischen Oberflächenbehandlung von Metallgegenständen (speziell Stahl- bzw. Gusseisenwerkstücken) bekannt, bei denen durch Langbogenlampen erzeugte Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen 0,8 µm und 1,4 µm zum Einsatz kommt, die durch elliptische Reflektoren bzw. sphärische Hohlspiegel konzentriert wird.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren sowie eine verbesserte Anordnung der gattungsgemäßen Art bereitzustellen, die sich durch verbesserte Energieökonomie und geringe Gestehungskosten auszeichnet.

[0011] Diese Aufgabe wird in Ihrem Verfahrensaspekt durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ihrem Vorrichtungsaspekt durch eine Anordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst.

[0012] Die Erfindung geht vom wesentlichen Gedanken des Einsatzes von Strahlung im Bereich des nahen Infrarot zur primär oberflächlichen Erwärmung metallischer – insbesondere stählener – Produkte aus.

[0013] Bestimmte Metalle – insbesondere Stähle – haben im Bereich des nahen Infrarot, speziell für Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen 0,8 µm und 1,5 µm, nennenswerte Absorptionsbanden, so dass ein wirkungsvoller Energieeintrag in die Metalloberfläche durch derartige Strahlung durchaus möglich ist.

[0014] Die vorgeschlagene Technik einer Erwärmung des Werkstoffs von der Oberfläche her durch eine räumlich präzise konzentrierbare Strahlung ermöglicht eine spezifische Behandlung exakt abgegrenzter Teile (speziell Oberflächenabschnitte) von Konstruktionselementen, Werkzeugen o. ä. mit hoher Energieökonomie. Aus der exakten Lokalisierbarkeit der Erwärmung ergibt sich auch die Möglichkeit einer flexiblen Einstellung räumlicher Eigenschaftsprofile – sowohl in Tiefenrichtung als auch lateral.

[0015] Mit hohen Leistungsdichten von 400 kW/m<sup>2</sup> oder mehr, bevorzugt 600 kW/m<sup>2</sup> oder mehr und für spezielle Anwendungen auch mehr als 800 kW/m<sup>2</sup>, läßt sich trotz der guten Wärmeleitfähigkeit der Materialien die Oberfläche schnell auf die für den jeweiligen Behandlungszweck benötigten Endtemperaturen erwärmen und für eine vorbestimmte Zeitdauer dort halten, ohne dass der gesamte Gegenstand eine ähnlich hohe Temperatur annimmt. Dies ist zum einen vorteilhaft mit Blick auf die Energieökonomie, zum anderen aber auch mit Blick auf die bereits erwähnte

anwendungsgerechte Einstellung "vertikaler" Parameterprofile, in Verbindung mit den hohen Energiedichten sind für bestimmte Härtings- bzw. Anlassbehandlungen auch ungewöhnlich kurze Erwärmungszeiträume realisierbar, die unter 20 s, in Spezialfällen auch unter 15 s, liegen können.

[0016] Die eingesetzte Bestrahlungseinrichtung umfasst mindestens einen mit einer Strahlertemperatur von oberhalb 2900 K betriebenen Emittter, der in besonders einfacher und kostengünstiger Weise als kommerziell verfügbare Halogen-Glühfadenlampe ausgeführt ist.

[0017] Die NIR-Strahlung des Emitters oder der Emittter wird durch geeignete Reflektormittel zweckmäßigerweise auf den zu behandelnden Oberflächenabschnitt des Werkstücks konzentriert. Hierzu sind insbesondere dem Emittter oder den Emitttern ein Hauptreflektor oder mehrere Hauptreflektoren unmittelbar räumlich zugeordnet, und/oder es ist hinter dem Werkstück oder seitlich des Werkstücks (bezogen auf die Position des Emitters) mindestens ein Gegen- bzw. Nebenreflektor angeordnet, welcher ursprünglich am Werkstück vorbeigehende Strahlungsanteile des Emitters auf dieses zurückwirft. Im Zusammenwirken mit einem punkt- oder linienförmigen Emittter ist der Einsatz von Hauptreflektoren bzw. -reflektorabschnitten mit teil-elliptischem oder parabolischem Querschnitt in Abhängigkeit von der gewünschten Ausdehnung der Bestrahlungszone auf dem Werkstück sinnvoll. Zusammen mit einer handelsüblichen röhrenförmigen Halogen-Glühfadenlampe wird bevorzugt ein im Querschnitt im wesentlichen W-förmiger Reflektor eingesetzt, der auf den Emittteraufbau aus einem Glühfaden und einer diesen umgebenden Quarzglasröhre besonders vorteilhaft abgestimmt ist.

[0018] Soweit dies bei der konkreten Konfiguration des Werkstücks möglich ist, wird aus mehreren Reflektoren zur Optimierung der Energieökonomie zweckmäßigerweise ein um den oder die Emittter und das Werkstück oder die Werkstücke geschlossener Strahlungsraum aufgebaut.

[0019] Auch die Gestalt des Emitters selbst wird in Abstimmung auf die Werkstückgeometrie und die konkrete Behandlungsaufgabe gewählt, und zwar bevorzugt aus kommerziell kostengünstig verfügbaren Standard-Halogenlampen mit annähernd punktförmiger, geradlinig langgestreckter oder auch gebogen langgestreckter (beispielsweise annähernd ringförmiger) Geometrie.

[0020] Für Werkstücke, bei denen es auf eine besonders präzise Abgrenzung zwischen Behandlungsbereich(en) und nicht behandeltem Bereich des Werkstücks ankommt, kann alternativ oder zusätzlich zum Einsatz von Reflektoren der Einsatz von geeignet ausgeformten Blenden zur Strahlungsabschirmung der nicht zu behandelnden Bereiche zweckmäßig sein.

[0021] Die NIR-Bestrahlung zur zielgerichteten Erwärmung des metallischen Werkstücks bzw. von vorbestimmten Abschnitten desselben wird vorzugsweise mittels einer Bestrahlungssteuereinheit gesteuert. Hierzu werden in einer weiter vorteilhaften Ausführung die Meßsignale eines Temperaturfühlers – speziell eines Pyrometerelementes zur berührungslosen Temperaturmessung – genutzt. Die Steuerung der Bestrahlung kann aufgrund der Temperatursignale entweder "von Hand" oder (bevorzugt) mittels einer geeigneten Regelstufe in einem geschlossenen Regelkreis erfolgen. Insbesondere die letztere Variante erlaubt eine hochproduktive Verfahrensführung bei sehr exakter Einstellung der Temperatur und des Temperatur-Zeit-Regimes.

[0022] Im Hinblick auf die typischerweise hohe Wärmeleitfähigkeit und vielfach auch große Wärmekapazität von zu behandelnden metallischen Werkstücken ist eine (bei anderen Infrarot-Bestrahlungsverfahren durchaus etablierte) sukzessive abtastende Bestrahlung kleinerer Oberflächenbe-

reiche weniger bevorzugt als eine im wesentlichen gleichzeitige Bestrahlung des gesamten zu behandelnden Oberflächenabschnittes.

[0023] Je nach gewünschtem Temperatur-Zeit-Regime und räumlichem Temperaturprofil ist eine aktive Kühlung des Werkstückes, zweckmäßigerweise durch ein Kühlfluid wie Druckluft, Wasser oder Öl oder durch Anpressen eines Kühlkörpers mit hoher Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit an das Werkstück nach Beendigung der Bestrahlung und/oder eine entsprechende Kühlung von nicht zu behandelnden Bereichen des Werkstücks vorgesehen. Bei Einsatz eines Kühlfluids umfaßt die erfindungsgemäße Anordnung vorzugsweise eine Kühlfluid-Fördereinrichtung zur Zuführung des Kühlfluids zu dem zu kühlenden Bereich des Werkstücks. Bei einer Verfahrensführung ohne allzu hohe Ansprüche an die Kühlleistung ist ein Druckluftkompressor oder Anschluß an ein Druckluftsystem ausreichend, während für größere Kühlleistungen ein Wasser- oder Ölkühlsystem vorzusehen ist.

[0024] Praktisch bedeutsame Anwendungen des vorgeschlagenen Verfahrens sind das Anlassen von Stahl-Werkstücken zur Spannungsreduzierung und Erhöhung der Zähigkeit oder auch das Härten vorbestimmter Oberflächenabschnitte. In vorteilhafte Weise lassen sich mit dem vorgeschlagenen Verfahren beispielsweise Schraubenfedern für Kupplungen oder das Fahrwerk von Kraftfahrzeugen gänzlich oder abschnittsweise an der Oberfläche vergüten. Ähnlich vorteilhaft ist die NIR-Erwärmung bei der Vergütung der Achszapfen von Antriebs- oder Lagerachsen oder Wellen für verschiedenste Einsatzbereiche.

[0025] Vorteile und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich im übrigen aus der nachfolgenden, skizzenartigen Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren. Von diesen zeigen:

[0026] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Anordnung zum Anlassen von Stahl-Schraubenfedern gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung und

[0027] Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Anordnung zum Härten oder Anlassen von Achszapfen gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

[0028] Fig. 1 zeigt in einer stark vereinfachten Darstellung eine NIR-Bestrahlungsanordnung **100** zum Anlassen von Stahl-Schraubenfedern **101**, wie sie z. B. in Kfz-Kupplungen und -Fahrwerken eingesetzt werden. Die Bestrahlungsanordnung **100** umfaßt in der skizzierten Ausführung sechs geradlinig langgestreckte Halogenlampen **103**, die konzentrisch zu einer Mittenachse A innerhalb eines zylindrischen Hauptreflektors **105** mit hoch reflektierender Innenwandung in gleichen Winkelabständen von 60° um die Schraubenfeder **101** herum angeordnet sind. (Der Hauptreflektor **105** ist in der Figur schematisch als Zylindermantelfläche dargestellt; in der konkreten praktischen Ausführung wird er vorzugsweise aus massiven Reflektorabschnitten mit Kühlkanälen zur Wasserkühlung aufgebaut sein und gegebenenfalls auch eine von der Kreis-Querschnittsform abweichende Gestalt mit in der Nähe der einzelnen Halogenlampen **103** differenziert ausgeformten Reflexionsflächen haben.) Im Inneren der Schraubenfeder **101** befindet sich ein ebenfalls zylindrischer Gegenreflektor **107**.

[0029] Der Gegenreflektor **107** und die Stahl-Schraubenfeder **101** ruhen auf einer in der Draufsicht ebenfalls kreisförmigen Tragplatte **109**, die ihrerseits auf einer Achse **111** angebracht ist, welche zum Hinein- und Herausführen der Schraubenfeder als Behandlungsobjekt in die NIR-Bestrahlungsanordnung **100** bzw. aus dieser heraus mittels einer (nicht dargestellten) Antriebseinrichtung dient.

[0030] Eine Antriebssteuereinheit **113** steuert hierbei den Transport der Schraubenfeder in die Bestrahlungsanordnung

und aus dieser heraus sowie die Verweildauer in der Bestrahlungsanordnung. Die Antriebssteuereinheit 113 wird ihrerseits von einem Prozeßrechner 115 gesteuert, dem außerdem eine Bestrahlungssteuereinheit 117 nachgeschaltet ist. Diese ist eingangsseitig mit einem Pyrometerelement 119 zur Erfassung der Oberflächentemperatur der Schraubenfeder 101 während der Bestrahlung verbunden und realisiert eine thermische Behandlung der Schraubenfeder 101 gemäß einem vorbestimmten Temperatur-Zeit-Regime in einer geschlossenen Regelschleife.

[0031] Fig. 2 zeigt eine weitere Wärmebehandlungsanordnung 200 zur Wärmebehandlung, insbesondere zum Härten, der Achszapfen 201a von Achsen 201. Gegenüber der Darstellung in Fig. 1 sind hier keinerlei Steuerungskomponenten dargestellt; die Steuerung kann grundsätzlich ähnlich aufgebaut sein wie bei der ersten Ausführungsform.

[0032] Hauptkomponente der Wärmebehandlungsanordnung 200 ist eine NIR-Bestrahlungseinrichtung 202, die eine kurze röhrenförmige Halogenlampe 203 in einem Reflektorgehäuse 205 in Form eines Rotationsellipsoids aufweist. Das Reflektorgehäuse 205 hat Durchführungen 205a für die Anschlußdrähte 203a der Halogenlampe 203 und eine schlitzzartige Ausnehmung 205b in der Mittenebene, die einen Hindurchtransport der Achsen 201 mittels einer Förderereinrichtung 207 durch die Bestrahlungseinrichtung 202 ermöglicht. Die Halogenlampe 203 ist im ersten Brennpunkt  $F_1$  des rotationsellipsoidischen Reflektorgehäuses 205 angeordnet, und die Achsen 201 werden derart durch dieses hindurch transportiert, daß die Achszapfen 201a durch den zweiten Brennpunkt  $F_2$  hindurchlaufen. Da sich in diesem im wesentlichen die NIR-Strahlung der Halogenlampe 203 konzentriert, werden die Achszapfen 201a dort einer NIR-Bestrahlung mit hoher Leistungsdichte ausgesetzt.

[0033] Nach Verlassen der Bestrahlungseinrichtung 202 gelangen die Achsen 201 mit den Achszapfen 201a in einen Kühlluftstrom 209, der von einer Druckluftdüse 211 ausgeht und für eine schnelle Abkühlung der Achszapfen nach Verlassen des Strahlungsfeldes in der Bestrahlungseinrichtung 202 zur Einstellung vorbestimmter Härte- bzw. Zähigkeitseigenschaften sorgt.

[0034] Insbesondere ist durch Blenden- bzw. Verschlußmittel ein vorbestimmter Bereich des behandelnden Gegenstandes gegenüber der Strahlung des Emitters oder der Emitter abzuschatten, so daß gezielt einstellbare Oberflächenbereiche einer gesteuerten Erwärmung durch NIR-Bestrahlung unterzogen werden können. Dies ist beispielsweise bei der Anordnung nach Fig. 1 leicht durch eine zwischen die Halogenlampen und die Schraubenfeder konzentrisch zur Mittenachse der Bestrahlungsanordnung einschiebbare ringförmige Blende realisierbar. Derartige Blenden ermöglichen auch einen flexiblen Einsatz von Bestrahlungseinrichtungen mit gleichem Grundaufbau für unterschiedliche Wärmebehandlungsaufgaben.

[0035] Des weiteren sind für bestimmte Anwendungen vorteilhaft auch gebogene bis nahezu ringförmige Emitter einsetzbar. Beispielsweise könnten bei der oben beschriebenen ersten Ausführungsform anstelle von achsenparallel zur Mittenachse des Hauptreflektors angeordneten, geradlinig langgestreckten Halogenlampen auch solche eingesetzt werden, die die zu behandelnde Schraubenfeder ringförmig umgeben. Derartigen Lampen kann ein toroidförmiger Reflektor zugeordnet sein, und damit lassen sich vorteilhaft ausgewählte ringförmige Bereiche längerer Gegenstände behandeln.

#### Patentansprüche

##### 1. Wärmebehandlungsverfahren zur Veränderung der

physikalischen Eigenschaften eines Metallgegenstandes (101; 201), dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenstand mindestens in einem vorbestimmten Oberflächenabschnitt (201a) mit elektromagnetischer Strahlung eines Emitters (103; 203) mit einer Strahlertemperatur von 2900 K oder mehr im Bereich des nahen Infrarot, die ihren wesentlichen Wirkanteil im Wellenlängenbereich zwischen 0,8  $\mu\text{m}$  und 1,5  $\mu\text{m}$  hat, mit hoher Leistungsdichte bestrahlt wird derart, daß das Material einer Oberflächenschicht eine in Abhängigkeit von den Materialparametern vorbestimmte Behandlungstemperatur annimmt.

2. Wärmebehandlungsverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlung für eine Zeitdauer von 30 s oder weniger in Abhängigkeit von der Dicke der zu behandelnden Oberflächenschicht durchgeführt wird.

3. Wärmebehandlungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlung im Bereich des nahen Infrarot auf der Oberfläche des Gegenstandes (101; 201) eine Leistungsdichte von 400  $\text{kW/m}^2$  oder mehr hat.

4. Wärmebehandlungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach Beendigung der Bestrahlung eine aktive Kühlung mindestens des bestrahlten Oberflächenabschnitts (201a) durch ein Kühlfluid (209) oder Anpressen eines Kühlkörpers mit hoher Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit ausgeführt wird.

5. Wärmebehandlungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des Gegenstandes außerhalb des vorbestimmten Oberflächenabschnittes von der Strahlung im nahen Infrarot abgeschirmt und/oder während der Bestrahlung durch ein Kühlfluid oder Anpressen eines Kühlkörpers mit hoher Wärmekapazität aktiv gekühlt wird.

6. Wärmebehandlungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der gesamte zu behandelnde Oberflächenabschnitt (101; 201a) im wesentlichen gleichzeitig bestrahlt und wahlweise anschließend aktiv gekühlt wird.

7. Wärmebehandlungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Ausbildung zum Glühen oder Vergüten eines Gegenstandes aus Stahl, wobei das Material eine Glüh- oder Vergütungstemperatur annimmt.

8. Wärmebehandlungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Ausführung als Anlassen zur Spannungsreduzierung und Erhöhung der Zähigkeit des Stahls bei einer vorbestimmten Anlasstemperatur.

9. Wärmebehandlungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenstand eine Stahlfeder (101) ist.

10. Wärmebehandlungsverfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenstand eine Kupplungsfeder einer Kraftfahrzeugkupplung, ist.

11. Wärmebehandlungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenstand eine stählerne Achse (201) oder Welle ist.

12. Wärmebehandlungsverfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß von der Achse (201) oder Welle ein als Zapfen ausgebildeter Oberflächenabschnitt behandelt wird.

13. Anordnung (100; 200) zur Wärmebehandlung eines Metallgegenstandes (101; 201) zur Veränderung seiner physikalischen Eigenschaften, gekennzeichnet

durch eine im nahen Infrarot, mit ihrem wesentlichen Wirkanteil im Wellenlängenbereich zwischen 0,8 µm und 1,5 µm, emittierenden Bestrahlungseinrichtung (100; 202), die zur Bestrahlung mindestens eines vorbestimmten Oberflächenabschnittes des Gegenstandes ausgebildet ist und mindestens eine bei einer Strahlertemperatur von 2900 K oder mehr betriebene Halogen-Glühfadenlampe (103; 203) umfasst.

14. Anordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlungseinrichtung Reflektormittel (105, 107; 205) zur Konzentrierung der Strahlung auf mindestens einen vorbestimmten Oberflächenabschnitt (101; 201a) des Gegenstandes (101; 201) aufweist.

15. Anordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Reflektormittel einen dem Emittor oder den Emittoren (103; 203) räumlich direkt zugeordneten Hauptreflektor (105; 205) und/oder mindestens einen dem Gegenstand, bezogen auf die Lage eines Emittors, rückwärtig oder seitlich zugeordneten Gegen- oder Nebenreflektor (107), umfassen.

16. Anordnung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsgestalt des Hauptreflektors (105; 205) und/oder Gegen- oder Nebenreflektors (107) oder der Gegen- oder Nebenreflektoren in Abstimmung auf die Geometrie des Emittors und des zu behandelnden Gegenstandes gekrümmt oder im wesentlichen W-förmig ausgebildet ist.

17. Anordnung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Reflektormittel (105, 107; 205) um den Emittor (103; 203) oder die Emittoren der Bestrahlungseinrichtung und den zu behandelnden Oberflächenabschnitt (101; 201a) des Gegenstandes (101; 201) herum im wesentlichen geschlossenen Strahlungsraum aufgebaut ist.

18. Anordnung nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlungseinrichtung (100; 202) in Anpassung an die Oberflächengeometrie des zu behandelnden Gegenstandes (101) oder Oberflächenabschnittes (201a) eine oder mehrere geradlinig langgestreckte, gebogen langgestreckte und/oder im wesentlichen punktförmige Halogen-Glühfadenlampe (203) oder Halogen-Glühfadenlampen (103) aufweist.

19. Anordnung nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlungseinrichtung mindestens eine Blende zur Abschirmung von nicht zu behandelnden Abschnitten des Gegenstandes vor der Strahlung im nahen Infrarot aufweist.

20. Anordnung nach einem der Ansprüche 13 bis 19, gekennzeichnet durch eine Bestrahlungssteuereinrichtung (117) zur Steuerung der Leistungsdichte und/oder Zeitdauer der Bestrahlung.

21. Anordnung nach einem der Ansprüche 13 bis 20, gekennzeichnet durch einen Temperaturfühler (119) zur Bestimmung der Oberflächentemperatur des vorbestimmten Oberflächenabschnittes während der Bestrahlung.

22. Anordnung nach Anspruch 13 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlungssteuereinrichtung (177) einen mit dem Temperaturfühler (199) verbundenen Meßsignaleingang, und eine Regelstufe zur Durchführung der Bestrahlung in einem geschlossenen Regelkreis bei im wesentlichen konstanter Oberflächentemperatur des Gegenstandes (101) aufweist.

23. Anordnung nach einem der Ansprüche 13 bis 22, gekennzeichnet durch eine Kühlfluid-Fördereinrichtung (211) zum Fördern eines Kühlfluids (209) zu dem

Gegenstand oder einem vorbestimmten Abschnitt (201a) desselben während und/oder nach der Bestrahlung.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

